

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年9月17日(17.09.2020)



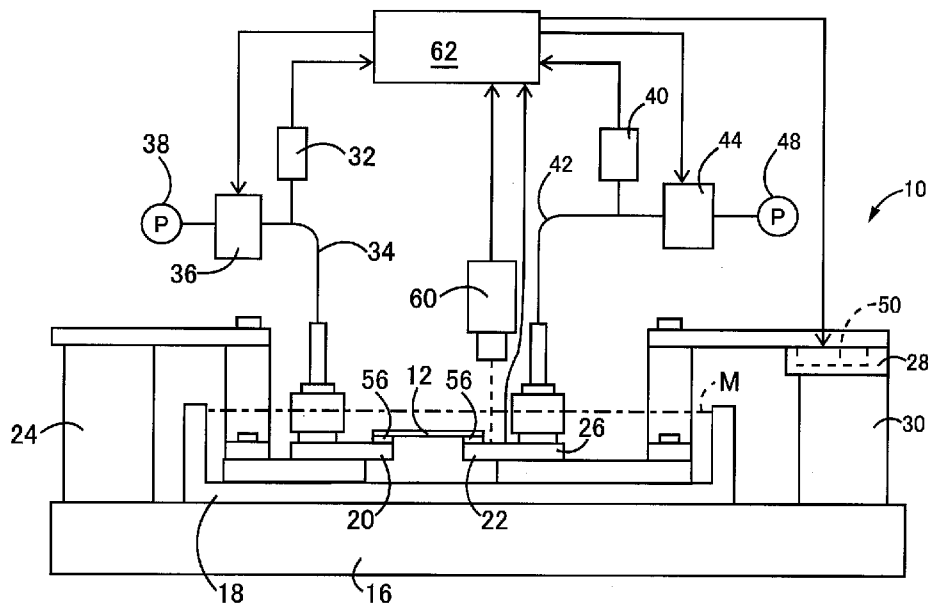
(10) 国際公開番号

WO 2020/183682 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 3/00 (2006.01) *G01N 3/08* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/010415
- (22) 国際出願日: 2019年3月13日(13.03.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 国立大学法人東海国立大学機構 (NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION TOKAI NATIONAL HIGHER EDUCATION AND RESEARCH SYSTEM) [JP/JP]; 〒4648601 愛知県名古屋市千種区不老町1番 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 佐久間 臣耶 (SAKUMA Shinya); 〒4648601 愛知県名古屋市千種区不老町1番 国立大学法人名古屋大学内 Aichi (JP). 新井 史人 (ARAI Fumihito); 〒4648601 愛知県名古屋市千種区不老町1番 国立大学法人名古屋大学内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 池田 治幸, 外 (IKEDA Haruyuki et al.); 〒4500002 愛知県名古屋市中村区名駅三丁目22-8 大東海ビル 特許業務法人池田国際特許事務所 Aichi (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) **Title:** MECHANICAL PROPERTY MEASUREMENT APPARATUS FOR THIN-FILM MATERIAL

(54) 発明の名称: 薄膜材料用機械特性計測装置



(57) **Abstract:** Provided is a mechanical property measurement apparatus that is for a thin-film material, and that can measure the mechanical properties of a low-strength, low-elastic, and extremely thin material. A mechanical property measurement apparatus 10 for a thin-film material includes: a pair of negative pressure clamps 20, 22 that suck and fix both ends of a test piece 12 by using negative pressure; a tensile load applying device 28 that applies a tensile load on the test piece 12 through one negative pressure clamp 22; and a load sensor 26 that has a crystal plate having a thin-plate shape provided to a load transmission path between the negative pressure clamp 22 and the tensile load applying device 28 and detects the magnitude of the tensile load to be applied to the crystal plate. By having such configuration, when the tensile load is applied to the test piece 12 from the tensile load applying device 28, since the tensile load is detected

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

by the load sensor 26, it is possible to measure the mechanical properties of the test piece 12 which is a low-strength, low-elastic, and extremely thin material.

(57) 要約：低強度、低弾性且つ極薄の薄膜材料の機械的性質を測定することができる薄膜材料用機械特性計測装置を提供する。薄膜材料用機械特性計測装置10であって、試験片12の両端部を負圧を用いて吸着することで固定する一対の負圧クランプ20、22と、一方の負圧クランプ22に試験片12に対する引張荷重を与える引張荷重負荷装置28と、一方の負圧クランプ22と引張荷重負荷装置28との間の荷重伝達経路に設けられた薄板形状の水晶板を有し、水晶板に印加される引張荷重の大きさを検出する荷重センサ26とを、含む。このようにすれば、試験片12に対して引張荷重負荷装置28から引張荷重が負荷されるとき、荷重センサ26によって引張荷重が検出されるので、低強度、低弾性且つ極薄の薄膜材料である試験片12の機械的性質を測定することができる。

明 細 書

発明の名称： 薄膜材料用機械特性計測装置

技術分野

[0001] 本発明は、水晶振動子を用いた薄膜材料の機械特性測定装置に係るものであり、特に、生体細胞膜のような低強度、低弾性且つ極薄の薄膜材料の機械特性の計測を可能とする技術に関するものである。

背景技術

[0002] 水晶振動子（QCR；Quartz Crystal Resonator）を用いた高感度の荷重センサが知られている。例えば特許文献1に記載された荷重センサがそれである。かかる水晶振動子を用いた荷重センサにおいては、薄板状とされた水晶振動子に面方向の荷重を加えた場合に、その共振周波数が加えた荷重に正確に比例して変化することに基づいて、高感度、高精度、高安定の計測が可能な荷重センサを実現し得る。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2017／213059号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、医療の進歩に伴って、低弾性且つ極薄であって容易に破壊される低強度の生体細胞膜を取り扱う手技のトレーニングのために、その生体細胞膜と同様の機械特性を有する薄膜材料が求められている。たとえば、眼底の網膜上の内境界膜（ILM：Internal Limiting Membrane）の剥離手術や移植手術のトレーニングのために、内境界膜と同様の低強度、低弾性且つ極薄の材料が求められている。

[0005] しかしながら、従来の薄膜の機械特性計測装置では、上記のような低強度、低弾性且つ極薄の薄膜材料の機械的性質の計測を予定しておらず、極薄の薄膜材料の固定、微小な強度値の計測が困難であるため、均質なトレーニン

グ用薄膜材料を入手することができず、トレーニングの障害となっていた。

[0006] 本発明は、以上の事情を背景としてなされたものであり、その目的とするところは、低強度、低弾性且つ極薄の薄膜材料の機械的性質を測定することができる薄膜材料用機械特性計測装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 第1発明の要旨とするところは、(a) 薄膜材料製の試験片の両端部を引っ張ることで前記試験片の少なくとも引張荷重に基づいて前記薄膜材料の機械的性質を計測する薄膜材料用機械特性計測装置であって、(b) 前記試験片の両端部を負圧を用いて吸着することで固定する一対の負圧クランプと、(c) 前記一対の負圧クランプの一方に前記試験片に対する引張荷重を与える引張荷重負荷装置と、(d) 前記一方の負圧クランプと前記引張荷重負荷装置との間の荷重伝達経路に設けられた薄板形状の水晶板を有し、前記水晶板に印加される前記引張荷重の大きさを検出する荷重センサとを、含むことにある。

[0008] 第2発明の要旨とするところは、第1発明において、前記一方の負圧クランプの移動量を非接触で計測する移動量計測装置を、含むことにある。

[0009] 第3発明の要旨とするところは、第1発明または第2発明において、前記引張荷重負荷装置は、印加された電圧に応じた大きさの前記引張荷重を出力する圧電素子を有するものである。

[0010] 第4発明の要旨とするところは、第1発明から第3発明のいずれか1の発明において、前記試験片が全没状態で浸漬される液槽が備えられ、前記一対の負圧クランプは、前記試験片の両端部を吸着する複数の吸着穴が形成された、前記引張り方向に平行な吸着面を有し、前記液槽内に配置されていることにある。

[0011] 第5発明の要旨とするところは、第1発明から第4発明のいずれか1の発明において、前記薄膜材料製の試験片は、長手状であって、前記一対の負圧クランプに吸着される両端部と、前記両端部の間において前記両端部よりも幅寸法が小さい中間部とを備え、前記端部と前記中間部との間の幅寸法は所

定の曲率半径にしたがって連続的に減少していることにある。

[0012] 第6発明の要旨とするところは、第1発明から第5発明のいずれか1の発明において、前記荷重センサは、前記薄板形状の水晶板と、前記水晶板の両面に前記水晶板を挟んで対向する一对の電極層とを備えた水晶振動子層と、前記水晶振動子層の両面に一体的に接着され、前記水晶振動子層と同じ材料から構成された一对の保持層と、を含むことを特徴とする。

[0013] 第7発明の要旨とするところは、第4発明において、前記荷重センサは、前記薄板形状の水晶板と前記水晶板の両面に前記水晶板を挟んで対向する一对の電極層とを備えた水晶振動子層と、前記水晶振動子層の両面に一体的に接着され、前記水晶振動子層と同じ材料から構成された一对の保持層と、前記水晶振動子層および前記一对の保持層の一端部をそれぞれ貫通する第1連通穴、および前記水晶振動子層および前記一对の保持層の他端部をそれぞれ貫通する第2連通穴と、前記一对の保持層のうちの一方の保持層に接着され、前記一方の保持層に開口する前記第1連通穴および第2連通穴を接続する接続凹所を有する底層と、複数の吸着穴が開口する前記吸着面を有して前記一对の保持層のうちの他方の保持層に接着され、前記他方の保持層に開口する前記第1連通穴を覆うことで前記負圧クランプとして機能する吸着板と、前記一对の保持層のうちの他方の保持層に接着され、前記他方の保持層に開口する前記第2連通穴を負圧配管に接続する接続板とを、含むことを特徴とする。

[0014] 第8発明の要旨とするところは、第1発明から第7発明のいずれか1の発明において、前記一对の負圧クランプに両端部が固定された前記試験片に対して前記引張荷重負荷装置から引張荷重の負荷が開始されたとき、前記荷重センサにより検出された引張荷重と、前記試験片の伸長量との少なくとも一方に基づいて、前記試験片の機械的性質を算出する電子制御装置を、備えることにある。

発明の効果

[0015] 第1発明の薄膜材料用機械特性計測装置によれば、前記一对の負圧クラン

プに両端部が負圧を用いて吸着することで固定された前記試験片に対して前記引張荷重負荷装置から引張荷重が負荷されるとき、前記荷重センサによって前記引張荷重が検出されるので、低強度、低弾性且つ極薄の薄膜材料の機械的性質を測定することができる。

[0016] 第2発明の薄膜材料用機械特性計測装置によれば、前記一方の負圧クランプの移動量を非接触で計測する移動量計測装置を、含む。このようにすれば、前記荷重センサにより検出された引張荷重が増加から減少に変化した時点の最大引張荷重と、前記最大引張荷重が発生したときの前記試験片の伸長量との少なくとも一方に基づいて、前記試験片の機械的性質を算出することができる。

[0017] 第3発明の薄膜材料用機械特性計測装置によれば、前記引張荷重負荷装置は、印加された電圧に応じた大きさの前記引張荷重を出力する圧電素子を有する。このようにすれば、圧電素子から出力する引張荷重を微弱な値で制御することができるので、低強度、低弾性且つ極薄の薄膜材料の機械的性質を測定することができる。

[0018] 第4発明の薄膜材料用機械特性計測装置によれば、前記試験片が全没状態で浸漬される液槽が備えられ、前記一对の負圧クランプは、前記試験片の両端部を吸着する複数の吸着穴が形成された、前記引張り方向に平行な吸着面を有し、前記液槽内に配置されている。このようにすれば、試験片が液槽に全没状態で浸漬された状態で一对の負圧クランプによりクランプされるので、液槽内の液の表面張力の影響がなく、測定精度が高められる。また、液槽に浸漬された状態で薄膜材料の機械的性質を時間をかけてゆっくりと測定できるので、測定中における薄膜材料の変化がなく、低強度、低弾性且つ極薄の薄膜材料の機械的性質を測定することができる。

[0019] 第5発明の薄膜材料用機械特性計測装置によれば、前記薄膜材料製の試験片は、長手状であって、前記一对の負圧クランプに吸着される両端部と、前記両端部の間において前記両端部よりも幅寸法が小さい中間部とを備え、前記両端部と前記中間部との間の幅寸法は所定の曲率半径にしたがって連続的

に減少している形状である。このようにすれば、薄膜材料の機械的性質を安定して計測できる。

[0020] 第6発明の薄膜材料用機械特性計測装置によれば、前記荷重センサは、前記薄板形状の水晶板と、前記水晶板の両面に前記水晶板を挟んで対向する一対の電極層とを備えた水晶振動子層と、前記水晶振動子層の両面に一体的に接着され、前記水晶振動子層と同じ材料から構成された一対の保持層と、を含む。このようにすれば、水晶振動子層と、その水晶振動子層の両面に一体的に接着された一対の保持層との間の熱膨張差がないので、温度変化に対して影響を受けず、信頼性のある計測を行なうことができる。

[0021] 第7発明の薄膜材料用機械特性計測装置によれば、前記荷重センサは、前記薄板形状の水晶板と前記水晶板の両面に前記水晶板を挟んで対向する一対の電極層とを備えた水晶振動子層と、前記水晶振動子層の両面に一体的に接着され、前記水晶振動子層と同じ材料から構成された一対の保持層と、前記水晶振動子層および前記一対の保持層の一端部をそれぞれ貫通する第1連通穴、および前記水晶振動子層および前記一対の保持層の他端部をそれぞれ貫通する第2連通穴と、前記一対の保持層のうちの一方の保持層に接着され、前記一方の保持層に開口する前記第1連通穴および第2連通穴を接続する接続凹所を有する底層と、複数の吸着穴が開口する前記吸着面を有して前記一対の保持層のうちの他方の保持層に接着され、前記他方の保持層に開口する前記第1連通穴を覆うことで前記負圧クランプとして機能する吸着板と、前記一対の保持層のうちの他方の保持層に接着され、前記他方の保持層に開口する前記第2連通穴を負圧配管に接続する接続板とを、含む。このようにすれば、薄膜材料用機械特性計測装置が小型となるので、微小な薄膜材料に対しても好適に計測することができる。

[0022] 第8発明の薄膜材料用機械特性計測装置によれば、前記一対の負圧クランプに両端部が固定された前記試験片に対して前記引張荷重負荷装置から引張荷重の負荷が開始されたとき、前記荷重センサにより検出された引張荷重と、前記試験片の伸長量との少なくとも一方に基づいて、前記試験片の機械的

性質を算出する電子制御装置を、備える。このようにすれば、低強度、低弾性且つ極薄の薄膜材料の機械的性質を、自動的に測定することができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明の薄膜材料用機械特性計測装置に用いられる試験片を示す平面図である。

[図2]図1の試験片を製作するための打抜治具を示す斜視図である。

[図3]本発明の一実施例の薄膜材料用機械特性計測装置の構成を説明する概略図である。

[図4]図3の薄膜材料用機械特性計測装置の固定側負圧クランプおよび可動側負圧クランプにそれぞれ用いられる吸着板を示す斜視図である。

[図5]図3の薄膜材料用機械特性計測装置に用いられる荷重センサの積層構造を、各層を分離して示す斜視図である。

[図6]図5に示されている水晶振動子層の製造工程を説明する図である。

[図7]図5に示されている一对の保持層の製造工程を説明する図である。

[図8]図5に示されている一对の底層の製造工程を説明する図である。

[図9]図5に示されている吸着板および接続板の製造工程を説明する図である。

[図10]図5に示されている水晶振動子層、一对の保持層、底層、吸着板および接続板を用いた接合工程を説明する図である。

[図11]図5に示されている荷重センサを含む電気回路の構成を説明する図である。

[図12]図11に示されている電気回路を用いて引張荷重負荷実験を行った結果を示す図である。

[図13]図3の薄膜材料用機械特性計測装置に備えられた荷重計測システムを説明する図である。

[図14]図3の薄膜材料用機械特性計測装置に図1の試験片を装着するときに用いられる試験片保持治具を説明する斜視図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本発明の一実施例を図面を参照して詳細に説明する。尚、以下の実施例において図は適宜簡略化或いは変形されており、各部の寸法比、形状等は必ずしも正確に描かれていない。

実施例 1

[0025] 図1は、本発明の一実施例である薄膜材料用機械特性計測装置10の測定対象である薄膜材料製の試験片12を示す平面図である。薄膜材料は、たとえばミューラー細胞の内側端が広がって結合してできる薄板、換言すれば眼底の網膜の表面にあって硝子体に接する内境界膜（ILM）のような生体細胞膜であり、たとえば1～3 μ m程度の厚みを有する低強度、低弾性且つ極薄の材料である。図1において、試験片12は、たとえば、2.5mmの全長Lを有する長手状であって、幅寸法W1が1.0mmであるため相対的に幅が大きい一対の端部、すなわち長手方向の両端部12aの間に、幅寸法W2が0.3mmであるため相対的に幅が小さい中間部12bを備えている。両端部12aと中間部12bとの間の幅形状は、両端部12aの幅寸法W1から曲率半径R1（=0.4mm）の円弧に沿って減少した後、次いで曲率半径R2（=0.2mm）の円弧に沿って減少して中間部12bの幅寸法W2となるように、応力を集中させない滑らかな曲線とされている。両端部12aは、後述の一対の固定側負圧クランプ20および可動側負圧クランプ22によって、負圧によってそれぞれクランプされる部分である。

[0026] 図2は、上記形状の試験片12を作製するための打抜治具14である。打抜治具14は、120 μ m程度の高さと5 μ m程度の厚みを有するリボン状の線材が試験片12と同様の形状の枠を成すように環状に曲成されることで構成されている。

[0027] 図3において、薄膜材料用機械特性計測装置10は、基台16と、基台16上に固定され、たとえば生理的食塩水などの液体Mが貯留された液槽18と、液槽18内に配置された一対の固定側負圧クランプ20および可動側負圧クランプ22と、固定側負圧クランプ支持装置24と、可動側負圧クランプ支持装置30とを、備えている。固定側負圧クランプ支持装置24は、基

台 16 上に設けられ、固定側負圧クランプ 20 を位置固定に支持している。可動側負圧クランプ支持装置 30 は、基台 16 上において固定側負圧クランプ支持装置 24 と液槽 18 を挟んで位置するように設けられ、可動側負圧クランプ 22 を荷重センサ 26 および引張荷重負荷装置 28 を介して支持している。

[0028] 固定側負圧クランプ 20 は、第 1 圧力センサ 32 が接続された第 1 負圧配管 34、および第 1 調圧弁 36 を介して第 1 負圧源 38 に接続されている。可動側負圧クランプ 22 は、第 2 圧力センサ 40 が接続された第 2 負圧配管 42、および第 2 調圧弁 44 を介して第 2 負圧源 48 に接続されている。

[0029] 引張荷重負荷装置 28 は、印加される電圧に応じて変形する圧電素子 50 を駆動力源として備え、可動側負圧クランプ 22 を水平方向に移動させることで、一对の固定側負圧クランプ 20 および可動側負圧クランプ 22 により両端部 12a がクランプされ且つ液槽 18 に全没させられた状態の試験片 12 に、後述の電子制御装置 62（図 13 を参照）からの指令電圧に応じた大きさの、試験片 12 の長手方向すなわち水平方向の引張り荷重を付与する。

[0030] 固定側負圧クランプ 20 および可動側負圧クランプ 22 は、図 4 に示す複数の吸着穴 52 が形成された吸着面 54 を有する吸着板 56 を、それぞれ備えている。固定側負圧クランプ 20 は、第 1 負圧配管 34 と吸着板 56 の裏面の空間とを連通させる連通路を有し、吸着板 56 の吸着面 54 に試験片 12 の両端部 12a のうちの一方を吸着穴 52 を通して吸着することによりクランプ（固定）する。可動側負圧クランプ 22 は、第 2 負圧配管 42 と吸着板 56 の裏面の空間とを連通させる連通路を有し、吸着板 56 の吸着面 54 に試験片 12 の両端部 12a のうちの他方を吸着穴 52 を通して吸着することによりクランプ（固定）する。

[0031] 吸着穴 52 は、試験片 12 の両端部 12a が破れないように予め設定された直径、たとえば $13\mu\text{m}$ 以下、好適には 10μ 以下の直径を有している。吸着板 56 は、たとえばシリコン基板からエッチングにより作製されたものである。固定側負圧クランプ支持装置 24 および可動側負圧クランプ支持装

置 30 は、固定側負圧クランプ 20 および可動側負圧クランプ 22 の吸着板 56 の吸着面 54 が、水平面に平行となるように、すなわち試験片 12 の引っ張り方向に平行となるように、固定側負圧クランプ 20 および可動側負圧クランプ 22 を支持している。

[0032] 薄膜材料用機械特性計測装置 10 には、たとえば CCD 素子を有する撮像装置 60 と電子制御装置 62 とが備えられている。撮像装置 60 は、固定側負圧クランプ 20 および可動側負圧クランプ 22 に両端部 12a がクランプされた試験片 12 を撮像する。電子制御装置 62 は、撮像装置 60 から出力される画像信号に基づいて、画像モニター 64 に試験片 12 の画像を表示するとともに、画像処理を用いて試験片 12 の伸長量 h を計測する。撮像装置 60 および電子制御装置 62 は、試験片 12 の伸長量 h に対応する可動側負圧クランプ 22 の移動量を非接触で計測する移動量計測装置としても機能している。

[0033] 図 5 は、荷重センサ 26 の積層構造を、各層を離して説明する斜視図である。図 5 に示すように、荷重センサ 26 は、水晶振動子層 70 と、一对の保持層 72 および 74 と、第 1 連通穴 76 と、第 2 連通穴 78 と、底層 82 と、吸着板 56 と、接続板 84 とを、有している。

[0034] 水晶振動子層 70 は、薄板形状の単結晶の水晶板と前記水晶板の両面にその水晶板を挟んで対向する一对の電極層 68 とを備える。一对の保持層 72 および 74 は、水晶振動子層 70 の両面に一体的に接着され、水晶振動子層 70 と同じ材料である単結晶の水晶板から構成されている。

[0035] 第 1 連通穴 76 は、水晶振動子層 70 および一对の保持層 72 および 74 の一端部をそれぞれ板厚方向に貫通し、第 2 連通穴 78 は、水晶振動子層 70 および一对の保持層 72 および 74 の他端部をそれぞれ板厚方向に貫通している。底層 82 は、一对の保持層 72 および 74 のうちの下側である一方の保持層 72 の下側の面に接着され、下側の保持層 72 に開口する第 1 連通穴 76 および第 2 連通穴 78 を接続する接続凹所 80 を有している。

[0036] 吸着板 56 は、複数の吸着穴 52 が開口する吸着面 54 を有し、一对の保

持層 7 2 および 7 4 のうちの上側である他方の保持層 7 4 に接着され、上側の保持層 7 4 に開口する第 1 連通穴 7 6 を覆うことで可動側負圧クランプ 2 2 として機能する。接続板 8 4 は、一对の保持層 7 2 および 7 4 のうちの上側の保持層 7 4 に接着され、上側の保持層 7 4 に開口する第 2 連通穴 7 8 を前述の第 2 負圧配管 4 2 に接続している。

[0037] 底層 8 2 は、たとえば単結晶の水晶板から構成され、吸着板 5 6 および接続板 8 4 は、シリコンウエハから構成される。また、一对の電極層 6 8 が一对の保持層 7 2 および 7 4 と接触しないように、一对の保持層 7 2 および 7 4 には凹部 7 7 が設けられている。また、一对の電極層 6 8 には、それぞれ後述する発振回路 1 0 6 に接続するための端子 6 9 がそれぞれ設けられている。凹部 7 7 は、電極層 6 8 と一对の保持層 7 2 および 7 4 とが接触しない形状であればよい。

[0038] 荷重センサ 2 6 において、水晶振動子層 7 0 すなわち前記水晶板は、可動側負圧クランプ 2 2 と引張荷重負荷装置 2 8 との間の荷重伝達経路に介挿された状態で、水晶振動子層 7 0 すなわち前記水晶板に加えられる歪みに応じて発生する、水晶振動子層 7 0 を含む発振回路（図 1 1 参照）から出力される周波数変化に基づいて水晶振動子層 7 0 に印加される引張荷重 F の大きさが検出されるようになっている。

[0039] 図 5 において、吸着板 5 6 から入って接続板 8 4 から出る破線で示すに矢印は、第 2 負圧源 4 8 によって液体 M が吸入される流路を示している。図 5 に示されるように、荷重センサ 2 6 と可動側負圧クランプ 2 2 とは、一体的に構成されている。また、固定側負圧クランプ 2 0 は、たとえば、荷重センサ 2 6 とは異なる材料で構成され且つ水晶振動子層 7 0 および保持層 7 2 が除去された異なる層構造ではあるが、図 5 に示す荷重センサ 2 6 と類似の構造で構成されている。

[0040] 図 6 は、水晶振動子層 7 0 の製造工程を説明する図である。図 6 の (a) では、パターンニングされたフォトリソ膜を通してスパッタリングを行なうことで Cr/Au 薄膜により電極 6 8 および端子 6 9（図 5 参照）が水晶

振動子層 70 の両面に形成される。図 6 の (b) では、接着層 86 に対応する形状のパターンが抜かれた図示しないフォトレジストの上から接着層 86 の材料たとえば Cr および Au を順次スパッタ装置を用いて成膜し、次いでそのフォトレジストを剥離することで、接着層 86 が水晶振動子層 70 の下面に選択的に形成される。図 6 の (c) では、水晶振動子層 70 の上面に第 1 連通穴 76 および第 2 連通穴 78 に対応する形状が抜かれたフォトレジスト膜 88 が成膜される。図 6 の (d) では、フォトレジスト膜 88 の上からサンドブラストにより第 1 連通穴 76 および第 2 連通穴 78 が形成された後、フォトレジスト膜 88 が除去される。

[0041] 図 7 は、一对の保持層 72 および 74 の製造工程を説明する図である。図 7 の (a) では、保持層 72 および 74 の一面に、接着層 90 に対応する形状のパターンが抜かれた図示しないフォトレジストの上から接着層 90 の材料たとえば Cr および Au を順次スパッタ装置を用いて成膜し、次いでそのフォトレジストを剥離することで、接着層 90 が保持層 72 および 74 の一面に選択的に形成される。図 7 の (b) では、保持層 72 および 74 の他面に第 1 連通穴 76 および第 2 連通穴 78 に対応する形状が抜かれたフォトレジスト膜 92 が成膜される。図 7 の (c) では、フォトレジスト膜 92 の上からサンドブラストにより第 1 連通穴 76 および第 2 連通穴 78 が形成された後、フォトレジスト膜 92 が除去される。

[0042] 図 8 は、底層 82 の製造工程を説明する図である。図 8 の (a) では、たとえば水晶板から成る底層 82 の上面に、接着層 94 に対応する形状のパターンが抜かれた図示しないフォトレジストの上から接着層 94 の材料たとえば Cr および Au を順次スパッタ装置を用いて成膜し、次いでそのフォトレジストを剥離することで、接着層 94 が底層 82 の一面に選択的に形成される。図 8 の (b) では、底層 82 の上に接続凹所 80 に対応する形状が抜かれたフォトレジスト膜 96 が成膜される。図 8 の (c) では、フォトレジスト膜 96 の上からサンドブラストにより接続凹所 80 が形成された後、フォトレジスト膜 96 が除去される。

[0043] 図9は、吸着板56および接続板84の製造工程を説明する図である。図9の(a)では、シリコン単結晶から成るシリコン層98の下面に、接着層100に対応する形状のパターンが抜かれた図示しないフォトレジストの上から接着層100の材料たとえばCrおよびAuを順次スパッタ装置を用いて成膜し、次いでそのフォトレジストを剥離することで、接着層100がシリコン層98の下面に選択的に形成される。図9の(b)では、シリコン層98の上面に、吸着板56および接続板84に対応する形状が残されたフォトレジスト膜102が成膜される。図9の(c)では、フォトレジスト膜102の上からサンドブラストにより吸着板56および接続板84が形成された後、フォトレジスト膜102が除去される。

[0044] 図10は、上記のように製造された水晶振動子層70、一对の保持層72および74、底層82、吸着板56および接続板84を用いた接合工程を説明する図である。底層82の上に保持層72、水晶振動子層70、保持層74、吸着板56および接続板84が順次重ねられた状態で、原子拡散接合により接着層86、90、94、100を介して相互に接着されることで、荷重センサ26が組み立てられる。この接着は、一挙に行なわれてもよいし、分割した工程で行なわれてもよい。

[0045] 図11は、本実施例の荷重センサ26を含む電気回路104の構成を説明する図である。電気回路104は、荷重センサ26、荷重センサ26の主要部である水晶振動子層70の発振を持続して行わせる為の発振回路106、発振回路106から出力される周期信号の周波数を読み取る為の周波数カウンタ108、及び発振回路106等へ電源を供給する為の電源回路110などを含んで構成される。発振回路106は、たとえば水晶振動子層70の発振回路として一般的なコルピッツ型発振回路から構成される。

[0046] 図12は、上記のように構成される電気回路104を用いて引張荷重負荷実験を行った結果を示している。荷重センサ26の出力周波数を周波数カウンタ108により各引張荷重毎にそれぞれ計測することで、荷重センサ26の引張荷重 F (mN) に対する出力周波数 f (Hz) を計測すると、図12

に示すグラフが得られた。この図12にプロットされた実験結果を線型近似すると、荷重センサ26における引張荷重 F ($=x$) [mN]と水晶振動子層70の出力周波数 f ($=y$) [Hz]との関係は、次式で線型近似される。

$$f = -2198.68F + 37595978.46$$

このとき、相関係数は、 $R^2 = 0.999$ であった。近似直線の傾きから、センサ感度 S_s は2198 [Hz/mN]となる。また、安定性は1.81 Hzであった。

[0047] 図13は、薄膜材料用機械特性計測装置10に備えられた荷重計測システム112の構成を説明する図である。図13において、電子制御装置62は、予め記憶されたプログラムにしたがって入力信号を処理し、薄膜材料製の試験片12の機械特性を計測して出力する。その計測に際しては、図14に示す試験片保持治具116を用いて、液槽中18中において試験片12の両端部12aを固定側負圧クランプ20および可動側負圧クランプ22の吸着板56上にそれぞれ載置した後、負圧により吸着板56に吸着させることで、固定側負圧クランプ20および可動側負圧クランプ22に試験片12をクランプさせる。次いで、電子制御装置62は、駆動制御回路114を介して圧電素子50を駆動して、試験片12に対して引張荷重負荷装置28から引張荷重 F (mN)を所定の増加速度で付与しつつ、試験片12の伸長量 h (mm)を計測する。

[0048] 電子制御装置62は、たとえば、試験片12の平均伸び率 A_n (mm/mN)、予め設定された一定の引張荷重 F_t (mN)当たりの伸び量 A_f (mm)、予め設定された一定の伸び量 A_t (mm)当たりの引張荷重 F_a (mN)などの試験片12の機械特性を、引張荷重負荷装置28から付与した引張荷重 F (mN)と試験片12の伸長量 h (mm)とに基づいて算出する。また、電子制御装置62は、試験片12の機械特性として、たとえば、試験片12の最大引張強度すなわち弛緩或いは破断に至る最大引張荷重 F_{max} を、引張荷重負荷装置28から付与した引張荷重 F (mN)の極大値に基づ

いて算出する。上記引張荷重 F (mN) の極大値は、引張荷重 F (mN) が増加から減少に転じた時点の値である。

[0049] 図 14 において、試験片保持治具 116 は、試験片 12 の幅寸法よりも大きい幅寸法を有し、一端が開口する収容室 118 を備える保持ケース 120 と、保持ケース 120 の収容室 118 に可撓性チューブ 122 を介して接続されたシリンダ 124 と、シリンダ 124 に摺動可能に嵌合された操作ピストン 126 とを備え、操作ピストン 126 の引き出し操作により、試験片 12 を液体とともに保持ケース 120 の収容室 118 内に液体とともに吸引し、操作ピストン 126 の押し込み操作により、試験片 12 を収容室 118 の開口から押し出す。これにより、液槽中 18 中において、たとえば $1 \sim 3 \mu\text{m}$ 程度の厚みを有する低強度、低弾性且つ極薄の生体細胞膜から成る試験片 12 の両端部 12a を収容室 118 の開口から突き出した状態で、固定側負圧クランプ 20 および可動側負圧クランプ 22 の吸着板 56 上に容易に載置することができる。

[0050] 上述のように、本実施例の薄膜材料用機械特性計測装置 10 によれば、一对の固定側負圧クランプ 20 および可動側負圧クランプ 22 によって両端が負圧を用いて吸着することで固定された試験片 12 に対して引張荷重負荷装置 28 から引張荷重 F が負荷されるとき、荷重センサ 26 によって引張荷重 F が検出されるので、低強度、低弾性且つ極薄の薄膜材料である試験片 12 の機械的性質を測定することができる。

[0051] また、本実施例の薄膜材料用機械特性計測装置 10 によれば、一对の固定側負圧クランプ 20 および可動側負圧クランプ 22 のうちの一方の可動側負圧クランプ 22 の移動量すなわち試験片 12 の伸長量 h を非接触で計測する移動量計測装置（撮像装置 60 および電子制御装置 62）を、含む。このようにすれば、荷重センサ 26 により検出された引張荷重 F と、試験片 12 の伸長量 h との少なくとも一方に基づいて、試験片 12 の機械的性質を算出することができる。

[0052] また、本実施例の薄膜材料用機械特性計測装置 10 によれば、引張荷重負

荷装置 28 は、印加された電圧に応じた大きさの引張荷重 F を出力する圧電素子 50 を有する。このようにすれば、圧電素子 50 から出力する引張荷重 F を微弱な値で制御することができるので、低強度、低弾性且つ極薄の薄膜材料から成る試験片 12 の機械的性質を測定することができる。

[0053] また、本実施例の薄膜材料用機械特性計測装置 10 によれば、試験片 12 が全没状態で浸漬される液槽 18 が備えられ、一对の固定側負圧クランプ 20 および可動側負圧クランプ 22 は、試験片 12 の両端部 12a を吸着する複数の吸着穴 52 が形成された、引張荷重 F の方向に平行な吸着面 54 を有し、液槽 18 内に配置されている。このようにすれば、試験片 12 が液槽 18 に全没状態で浸漬された状態で一对の固定側負圧クランプ 20 および可動側負圧クランプ 22 によりクランプされるので、液槽 18 内の液の表面張力の影響がなく、測定精度が高められる。また、液槽 18 に浸漬された状態で薄膜材料から成る試験片 12 の機械的性質を時間をかけてゆっくりと測定できるので、測定中における試験片 12 の変化がなく、低強度、低弾性且つ極薄の薄膜材料から成る試験片 12 の機械的性質を測定することができる。

[0054] また、本実施例の薄膜材料用機械特性計測装置 10 によれば、薄膜材料から成る試験片 12 は、長手状であって、一对の固定側負圧クランプ 20 および可動側負圧クランプ 22 に吸着される両端部 12a と、両端部 12a の間において両端部 12a よりも幅寸法が小さい中間部 12b とを備え、両端部 12a と中間部 12b との間の幅寸法は所定の曲率半径にしたがって連続的に減少している形状である。このため、中間部 12b に応力が集中するので、薄膜材料から成る試験片 12 の機械的性質を安定して計測できる。

[0055] また、本実施例の薄膜材料用機械特性計測装置 10 によれば、荷重センサ 26 は、薄板形状で単結晶の水晶板から成り、前記水晶板の両面に前記水晶板を挟んで対向する一对の電極層 68 とを備えた水晶振動子層 70 と、水晶振動子層 70 の両面に一体的に接着され、水晶振動子層 70 と同じ材料から構成された一对の保持層 72、74 と、を含む。このようにすれば、水晶振動子層 70 と、その水晶振動子層 70 の両面に一体的に接着された一对の保

持層 7 2、7 4 との間の熱膨張差がないので、温度変化に対して影響を受けず、信頼性のある計測を行なうことができる。

[0056] また、本実施例の薄膜材料用機械特性計測装置 1 0 によれば、荷重センサ 2 6 は、薄板形状で単結晶の水晶板と前記水晶板の両面に前記水晶板を挟んで対向する一对の電極層 6 8 とを備えた水晶振動子層 7 0 と、水晶振動子層 7 0 の両面に一体的に接着され、水晶振動子層 7 0 と同じ材料から構成された一对の保持層 7 2、7 4 と、水晶振動子層 7 0 および一对の保持層 7 2、7 4 の一端部をそれぞれ貫通する第 1 連通穴 7 6 および水晶振動子層 7 0 および一对の保持層 7 2、7 4 の他端部をそれぞれ貫通する第 2 連通穴 7 8 と、一对の保持層 7 2、7 4 のうちの下側の保持層 7 2 に接着され、下側の保持層 7 2 に開口する第 1 連通穴 7 6 および第 2 連通穴 7 8 を接続する接続凹所 8 0 を有する底層 8 2 と、複数の吸着穴 5 2 が開口する吸着面 5 4 を有して一对の保持層 7 2、7 4 のうちの上側の保持層 7 4 に接着され、上側の保持層 7 4 に開口する第 1 連通穴 7 6 を覆うことで負圧クランプとして機能する吸着板 5 6 と、一对の保持層 7 2、7 4 のうちの上側の保持層 7 4 に接着され、上側の保持層 7 4 に開口する第 2 連通穴 7 8 を第 2 負圧配管 4 2 に接続する接続板 8 4 とを、含む。このようにすれば、薄膜材料用機械特性計測装置 1 0 が小型となるので、微小な薄膜材料から成る試験片 1 2 に対しても好適に計測することができる。

[0057] また、本実施例の薄膜材料用機械特性計測装置 1 0 によれば、一对の固定側負圧クランプ 2 0 および可動側負圧クランプ 2 2 に両端部 1 2 a が固定された試験片 1 2 に対して引張荷重負荷装置 2 8 から引張荷重 F の負荷が開始されたとき、荷重センサ 2 6 により検出された引張荷重 F と、試験片 1 2 の伸長量 h との少なくとも一方に基づいて、試験片 1 2 の機械的性質を算出する電子制御装置 6 2 を、備える。このようにすれば、低強度、低弾性且つ極薄の薄膜材料から成る試験片 1 2 の機械的性質を、自動的に測定することができる。

[0058] 以上、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明したが、本発明はその

他の態様においても適用される。

[0059] たとえば、前述の実施例の荷重センサ 26 において、水晶振動子層 70 と一対の保持層 72、74 とは、接着層 86、90 を介して原子拡散接合により接着されていたが、鏡面状態の接合面を介して分子接合により接着されてもよい。

[0060] 尚、上述したのはあくまでも一実施形態であり、本発明は当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を加えた態様で実施することができる。

符号の説明

[0061] 10：薄膜材料用機械特性計測装置 12：試験片 12a：両端部 12b：中間部 16：基台 18：液槽 20：固定側負圧クランプ（一対の負圧クランプ） 22：可動側負圧クランプ（一対の負圧クランプ） 26：荷重センサ 28：引張荷重負荷装置 50：圧電素子 52：吸着穴 54：吸着面 56：吸着板 60：撮像装置（移動量計測装置） 62：電子制御装置（移動量計測装置） 68：電極層 70：水晶振動子層（水晶板） 72、74：保持層 76：第1連通穴 78：第2連通穴 80：接続凹所 82：底層 84：接続板

請求の範囲

- [請求項1] 薄膜材料製の試験片の両端部を引っ張ることで前記試験片の少なくとも引張荷重に基づいて前記薄膜材料の機械的性質を計測する薄膜材料用機械特性計測装置であって、
- 前記試験片の両端部を負圧を用いて吸着することで固定する一対の負圧クランプと、
- 前記一対の負圧クランプの一方に前記試験片に対する引張荷重を与える引張荷重負荷装置と、
- 前記一方の負圧クランプと前記引張荷重負荷装置との間の荷重伝達経路に設けられた薄板形状の水晶板を有し、前記水晶板に印加される前記引張荷重の大きさを検出する荷重センサとを、含む
- ことを特徴とする薄膜材料用機械特性計測装置。
- [請求項2] 前記一方の負圧クランプの移動量を非接触で計測する移動量計測装置を、含む
- ことを特徴とする請求項1の薄膜材料用機械特性計測装置。
- [請求項3] 前記引張荷重負荷装置は、印加された電圧に応じた大きさの前記引張荷重を出力する圧電素子を有する
- ことを特徴とする請求項1または請求項2の薄膜材料用機械特性計測装置。
- [請求項4] 前記試験片が全没状態で浸漬される液槽が備えられ、
- 前記一対の負圧クランプは、前記試験片の両端部を吸着する複数の吸着穴が形成された、前記引張り方向に平行な吸着面を有し、前記液槽内に配置されている
- ことを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1の薄膜材料用機械特性計測装置。
- [請求項5] 前記薄膜材料製の試験片は、長手状であって、前記一対の負圧クランプに吸着される前記両端部と、前記両端部の間において前記両端部よりも幅寸法が小さい中間部とを備え、前記両端部と前記中間部との

間の幅寸法は所定の曲率半径にしたがって連続的に減少している

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 の薄膜材料用機械特性計測装置。

[請求項6]

前記荷重センサは、

前記薄板形状の水晶板と前記水晶板の両面に前記水晶板を挟んで対向する一対の電極層とを備えた水晶振動子層と、

前記水晶振動子層の両面に一体的に接着され、前記水晶振動子層と同じ材料から構成された一対の保持層と、を含む

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 の薄膜材料用機械特性計測装置。

[請求項7]

前記荷重センサは、

前記薄板形状の水晶板と前記水晶板の両面に前記水晶板を挟んで対向する一対の電極層とを備えた水晶振動子層と、

前記水晶振動子層の両面に一体的に接着され、前記水晶振動子層と同じ材料から構成された一対の保持層と、

前記水晶振動子層および前記一対の保持層の一端部をそれぞれ貫通する第 1 連通穴、および前記水晶振動子層および前記一対の保持層の他端部をそれぞれ貫通する第 2 連通穴と、

前記一対の保持層のうちの一方の保持層に接着され、前記一方の保持層に開口する前記第 1 連通穴および第 2 連通穴を接続する接続凹所を有する底層と、

前記複数の吸着穴が開口する前記吸着面を有して前記一対の保持層のうちの他方の保持層に接着され、前記他方の保持層に開口する前記第 1 連通穴を覆うことで前記負圧クランプとして機能する吸着板と、

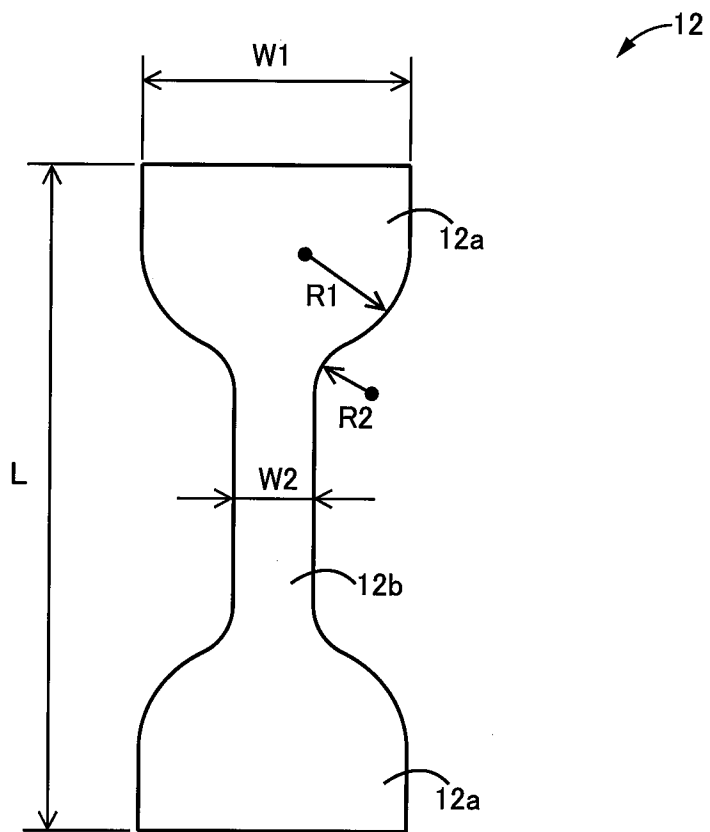
前記一対の保持層のうちの前記他方の保持層に接着され、前記他方の保持層に開口する前記第 2 連通穴を負圧配管に接続する接続板とを、含む

ことを特徴とする請求項 4 の薄膜材料用機械特性計測装置。

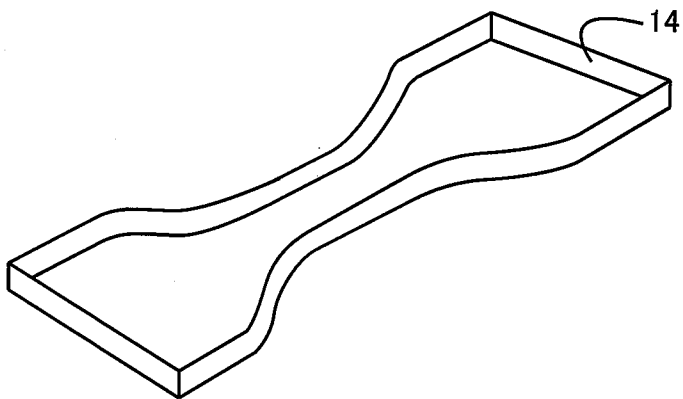
[請求項8] 前記一对の負圧クランプに前記両端部が固定された前記試験片に対して前記引張荷重負荷装置から引張荷重の負荷が開始されたとき、前記荷重センサにより検出された引張荷重と、前記試験片の伸長量との少なくとも一方に基づいて、前記試験片の機械的性質を算出する電子制御装置を、備える

ことを特徴とする請求項1から請求項7のいずれか1の薄膜材料用機械特性計測装置。

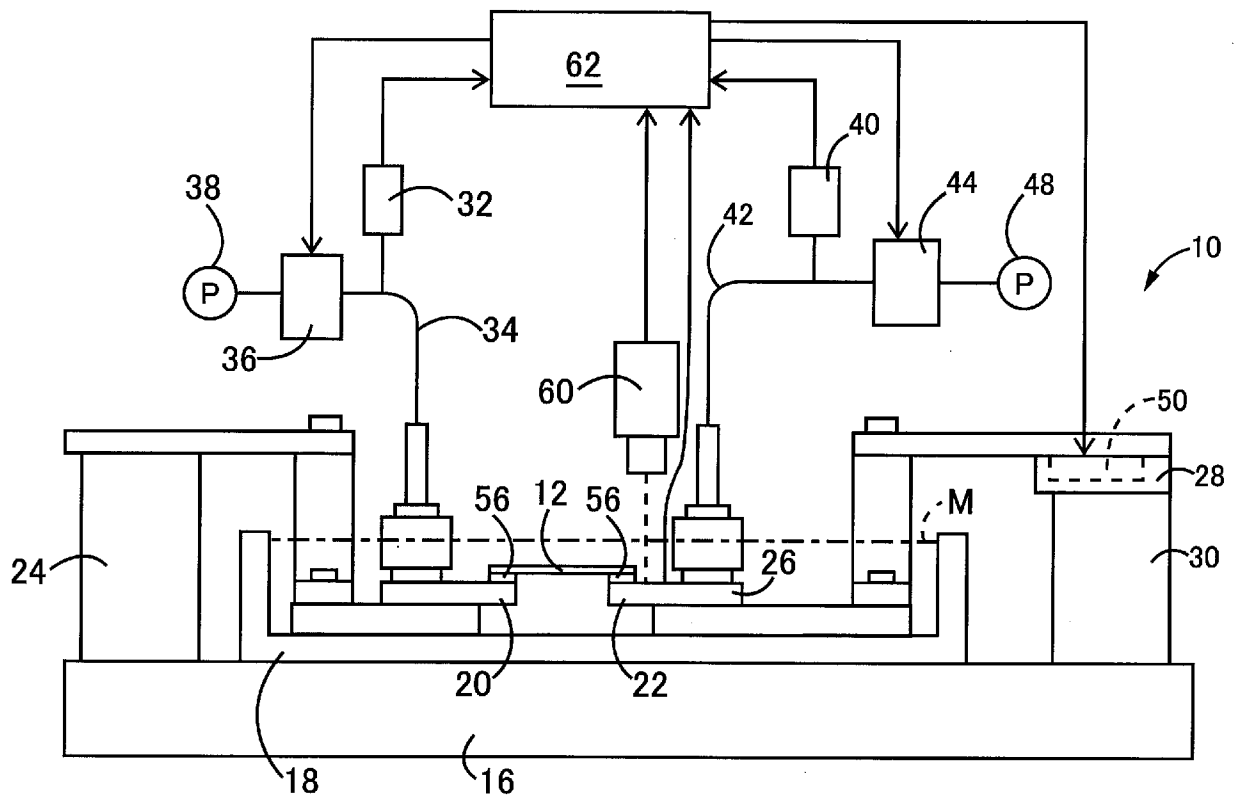
[図1]



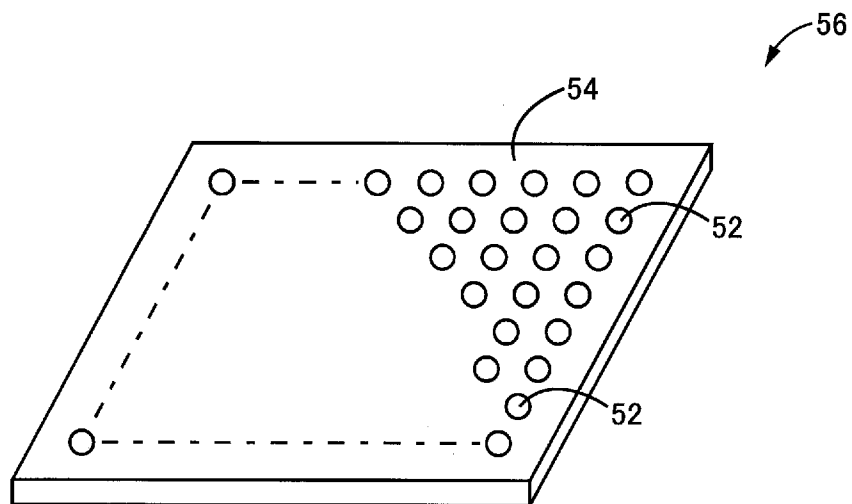
[図2]



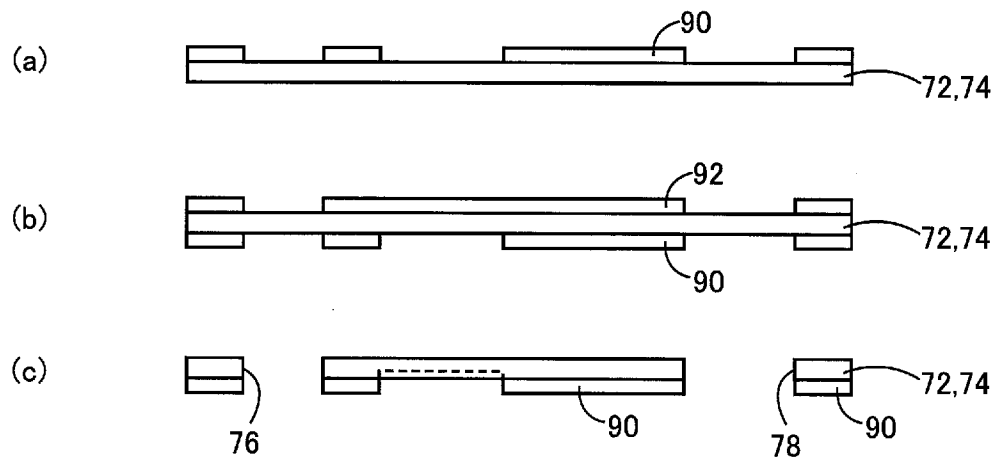
[図3]



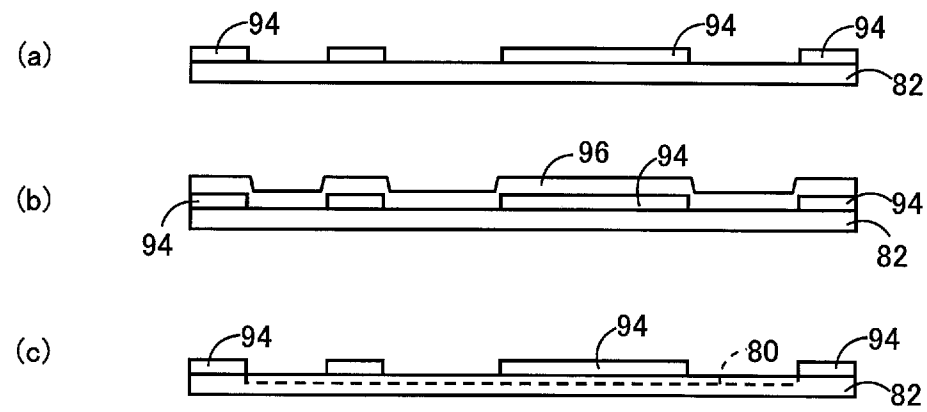
[図4]



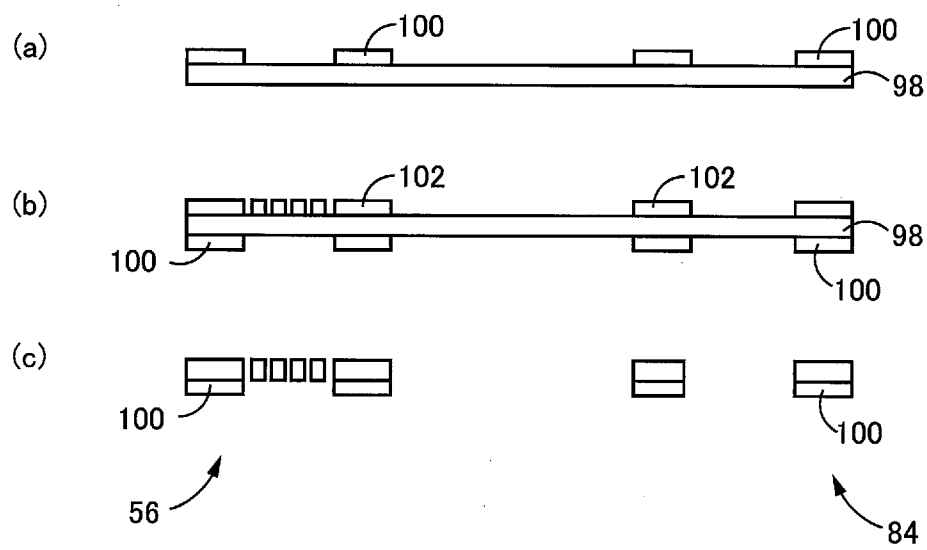
[図7]



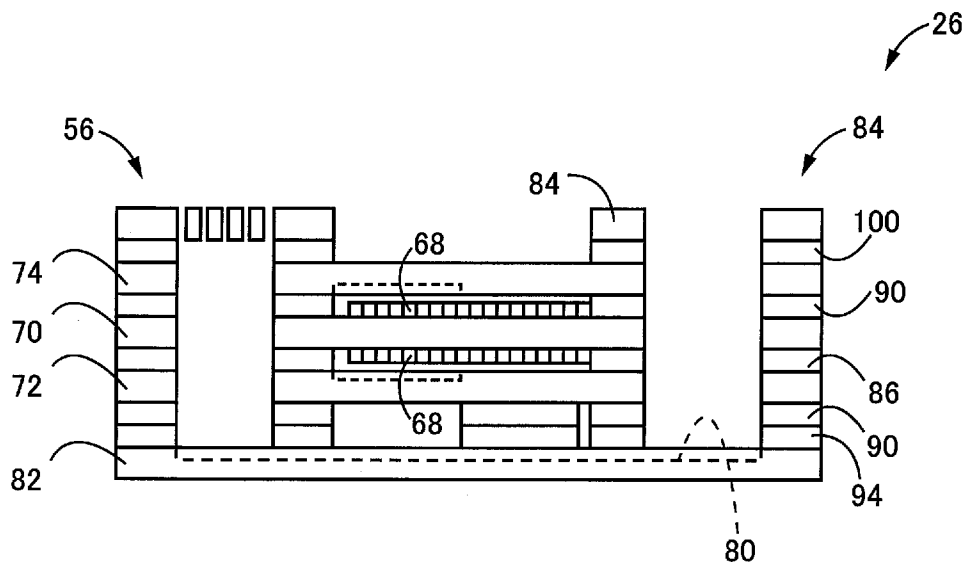
[図8]



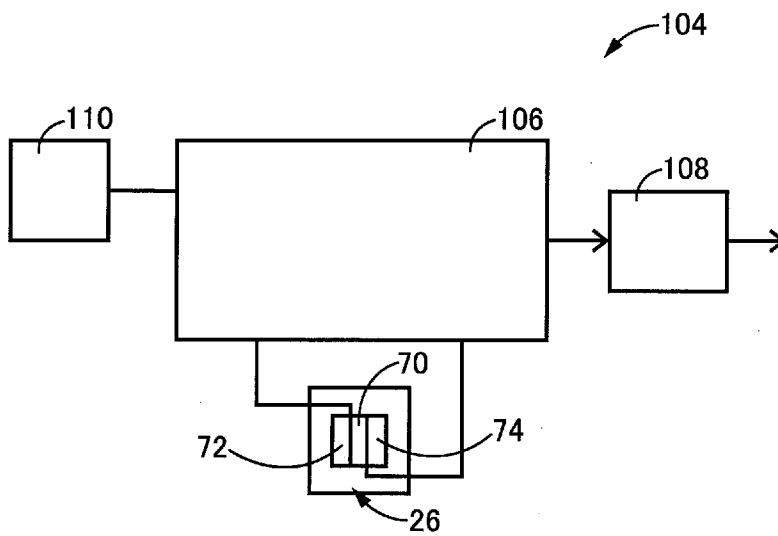
[図9]



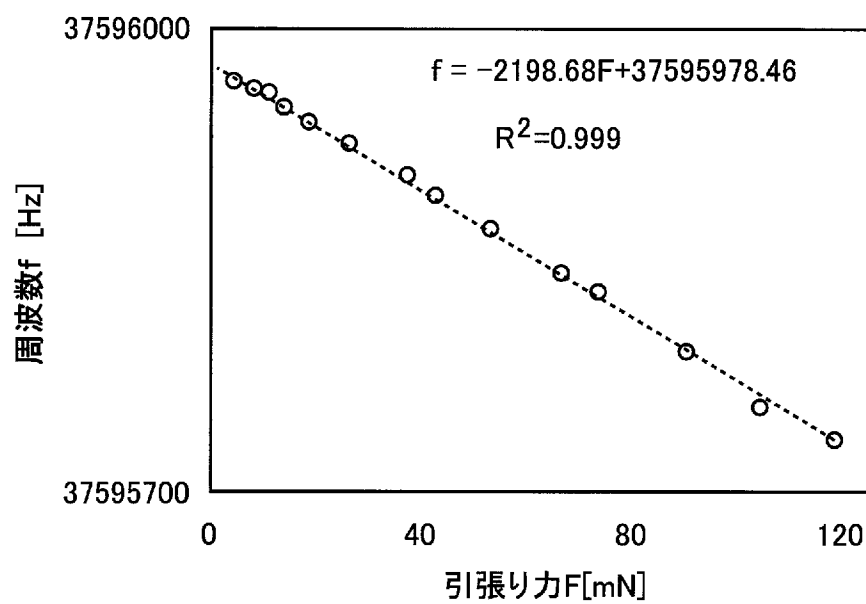
[図10]



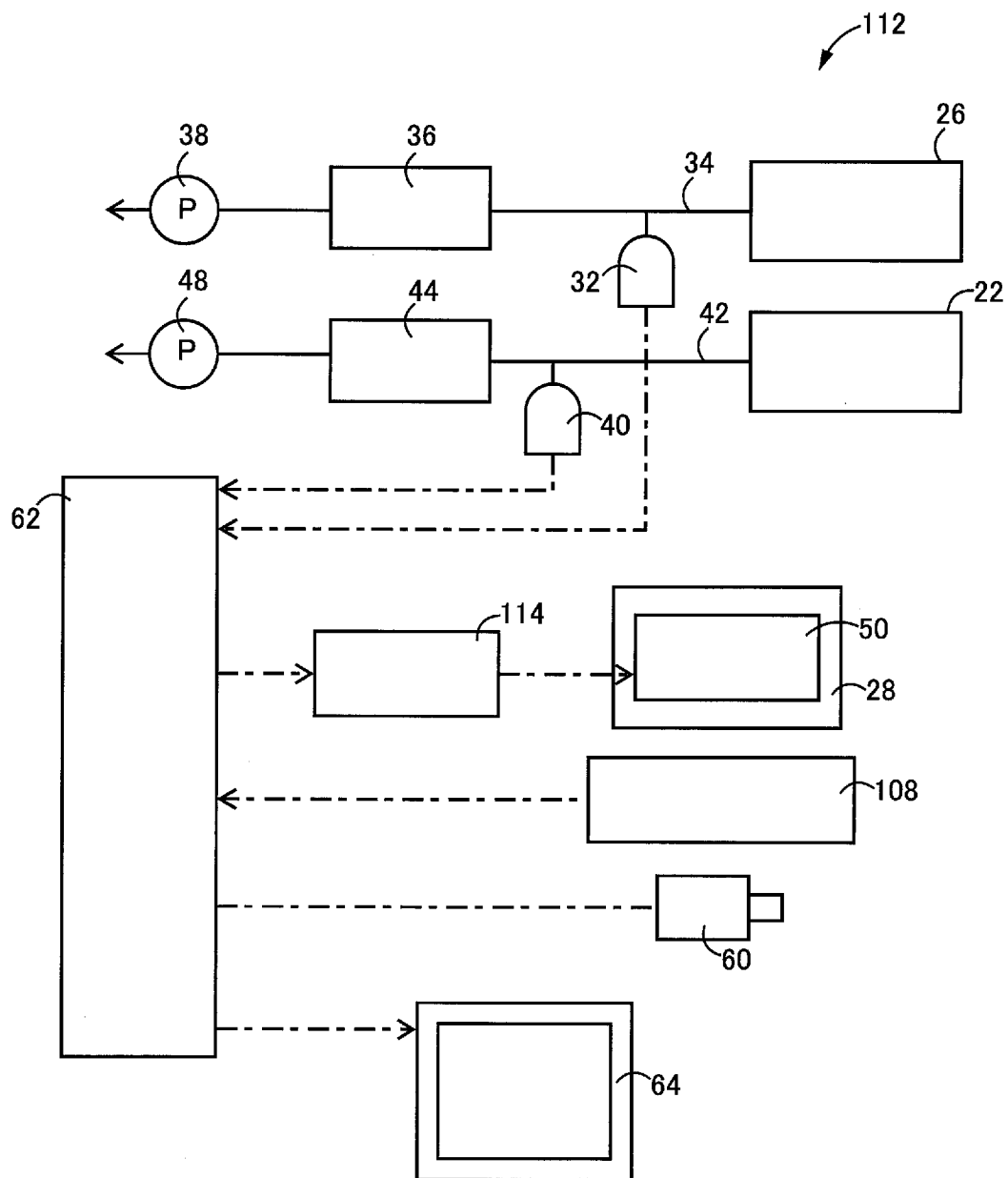
[図11]



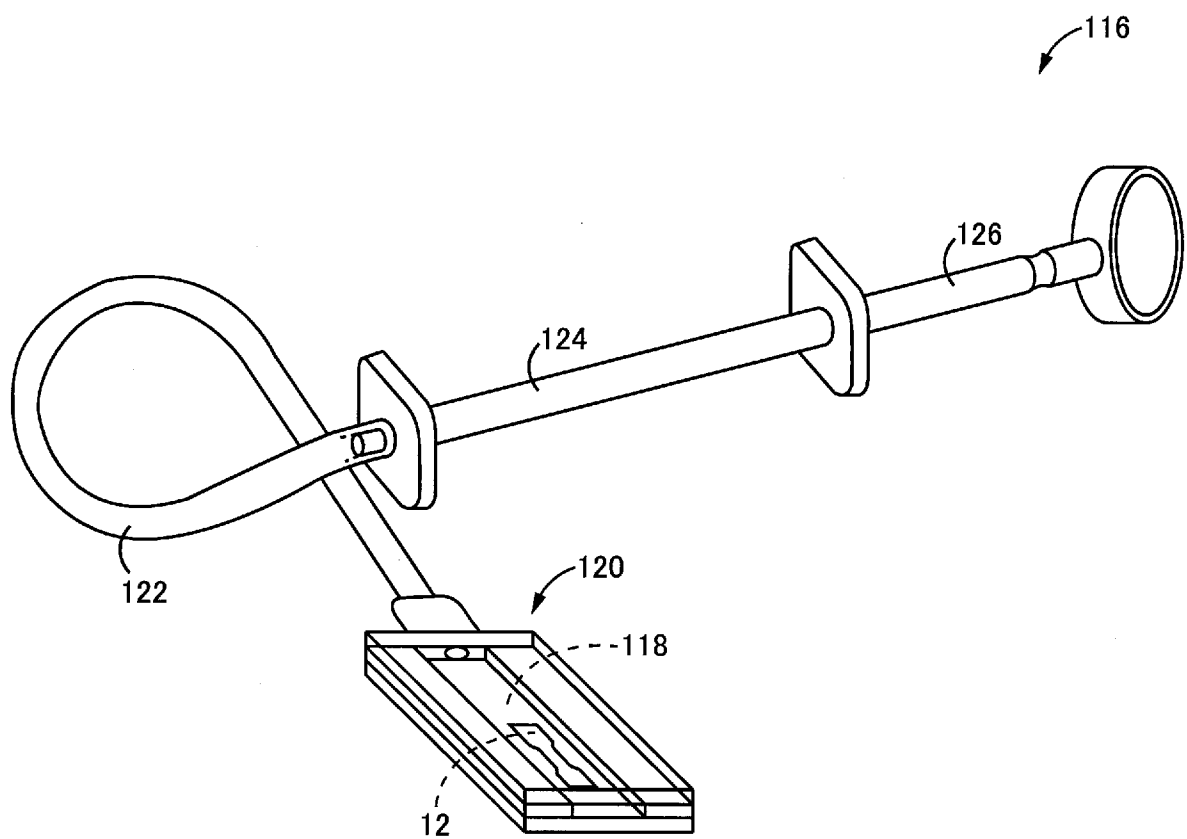
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/010415

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G01N3/00(2006.01) i, G01N3/08(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. G01N3/00;3/08;33/48

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-159408 A (TERUMO CORP.) 23 August 2012, paragraphs [0012]-[0038], [0056]-[0062], fig. 1-9 (Family: none)	1-6, 8
Y	長谷川敬晃, 液中生体組織計測のためのワイドレンジ水晶振動式カセンサプローブ, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2017 講演論文集, Session ID: 2A-N08, 09 May 2017, pp. 1-3 (HASEGAWA, Noriaki et al. Wide range force sensor probe using quartz crystal resonator for measurement of the mechanical properties of living samples in liquid environment. Proceedings of JSME Annual Conference on Robotics and Mechatronics.)	1-6, 8
Y	JP 2002-221473 A (SEIKO INSTRUMENTS INC.) 09 August 2002, paragraphs [0012]-[0032], fig. 1-8 (Family: none)	2-6, 8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30.05.2019

Date of mailing of the international search report

11.06.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/010415

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-331446 A (UNISOKU CO., LTD.) 02 December 2005, paragraphs [0017]-[0023] (Family: none)	3-6, 8
Y	JP 09-184794 A (TOYOTA CENTRAL RESEARCH AND DEVELOPMENT LABORATORIES, INC.) 15 July 1997, paragraphs [0021]-[0026], fig. 2 (Family: none)	3-6, 8
A	長谷川敬晃, 水晶振動式荷重センサを用いた微小薄膜の機械的特徴量計測, 第 35 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 11 September 2017, pp. 1-2, Session ID: 3E1-04, non-official translation (HASEGAWA, Noriaki et al. Mechanical Feature Value Measurement of Ultrathin Films Using Crystal-Vibration-Type Load Sensor. Proceedings of the 35th Annual Conference of the Robotics Society of Japan.)	1-8
A	佐久間臣耶, 微小薄膜の液中引張特性評価, 化学とマイクロ・ナノシステム学会第 37 回研究会講演要旨集, 21 May 2018, p. 42, non-official translation (SAKUMA, Shinya et al. Submerged Tensile Properties Evaluation of Ultrathin Films. Proceedings of CHEMINAS 37.)	1-8
A	CN 2852102 Y (THE THIRD AFFILIATED HOSPITAL OF THIRD MILITARY MEDICAL UNIVERSITY OF PLA) 27 December 2006, page 2, line 7 to page 4, line 28, fig. 1 (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N3/00(2006.01)i, G01N3/08(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N3/00;3/08;33/48

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2012-159408 A (テルモ株式会社) 2012.08.23, [0012]-[0038], [0056]-[0062], 図 1-9 (ファミリーなし)	1-6, 8
Y	長谷川敬晃, 液中生体組織計測のためのワイドレンジ水晶振動式力 センサプローブ, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2017 講演論 文集, セッション ID:2A-N08, 2017.05.09, p.1-3	1-6, 8

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

30.05.2019

国際調査報告の発送日

11.06.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

本村 眞也

2 J

5265

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2002-221473 A (セイコーインスツルメンツ株式会社) 2002.08.09, [0012]-[0032], 図 1-8 (ファミリーなし)	2-6, 8
Y	JP 2005-331446 A (株式会社ユニソク) 2005.12.02, [0017]-[0023] (ファミリーなし)	3-6, 8
Y	JP 09-184794 A (株式会社豊田中央研究所) 1997.07.15, [0021]-[0026], 図 2 (ファミリーなし)	3-6, 8
A	長谷川敬晃, 水晶振動式荷重センサを用いた微小薄膜の機械的特徴 量計測, 第 35 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 2017.09.11, p. 1-2, セッション ID:3E1-04	1-8
A	佐久間臣耶, 微小薄膜の液中引張特性評価, 化学とマイクロ・ナノ システム学会第 37 回研究会講演要旨集, 2018.05.21, p. 42	1-8
A	CN 2852102 Y (THE THIRD AFFILIATED HOSPITAL OF THIRD MILITARY MEDICAL UNIVERSITY OF PLA) 2006.12.27, 第 2 頁第 7 行-第 4 頁第 28 行, 図 1 (ファミリーなし)	1-8